

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-70286

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和62年(1987)3月31日  
C 30 B 15/22 8518-4G  
15/00 8518-4G  
// H 01 L 21/18 7739-5F 審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 単結晶製造装置

⑯ 特 願 昭60-210582

⑰ 出 願 昭60(1985)9月24日

⑱ 発 明 者 野 中 重 夫 横浜市鶴見区末広町2丁目4 株式会社東芝京浜事業所内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁 理 士 佐 藤 一 雄 外2名

#### 明 細 書

#### 1. 発明の名称 単結晶製造装置

#### 2. 特許請求の範囲

高温に加熱されるルツボ内の原料融液を結晶化し、該結晶を成長させつつ徐々にルツボから引き上げるようにした単結晶製造装置において、前記ルツボの外側部に、該ルツボ内に磁界を発生させる磁界発生用コイルと、該磁界発生用コイルから発生する磁力線の方向が少なくともルツボ内の原料融液表面近傍において該液面に対して略水平方向に向くように該磁力線を屈曲させる磁気シールドとが配設されてなることを特徴とする、単結晶製造装置。

#### 3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明はシリコンや砒化ガリウムなどの単結晶を、磁場を印加することによって製造する単結晶

製造装置に関する。

(発明の技術的背景とその問題点)

現在よく用いられている単結晶の製造方法の一つとしてチョクラルスキー法(CZ法)と呼ばれる方法がある。これは高温に加熱されたルツボ内の原料融液を結晶化し、生成する単結晶とルツボを互いに逆方向にまたは同方向に回転させつつ前記単結晶を徐々に引き上げ成長させるようにした方法である。この方法は、結晶育成に当り結晶の材料となる原料融液の入ったルツボを使用する点特徴であり、大きな直径の結晶が得られる等の多くの利点がある。

しかし、このCZ法による単結晶においては、ルツボの外から熱を加えるので、僅かの入熱変動や外乱により、ルツボ内の融液の自然対流による上昇流は乱されて温度変動を生ずるという問題がある。

この温度変動を抑制し、単結晶を生成する原料融液の安定化を図り併せて、ルツボによる汚染を防止して単結晶の品質の向上を図るため、ルツボ

に垂直な方向または水平方向に磁場を印加して融液の実効粘性を高めることが提案されている（特公昭58-50951号公報）。その結果、温度変動は抑制されたが、垂直方向の磁場、すなわち縦磁場を印加した場合、ルツボの内周壁面の温度と単結晶の界面温度との間に大きな温度差が生じるため、単結晶生成のためにはルツボ自体の温度を高温度にすることを余儀なくされ、これに起因して上記ルツボが融解するおそれがある。

これに対処するために等軸対称的かつ放射状のカスプ磁場を印加して融液面に対して水平方向の磁力線を作ることが提案されている（特開昭58-217493号公報）。

ところがこの方法は、マグネットが上下に2個必要なため、高さ方向に充分なスペースが必要となる。しかも、ルツボ融液面の低下に伴い磁場中心を移動させるべくマグネットを移動しなければならない。さらに融液面に対して垂直方向上部のマグネットによって発生する磁力線は炉の下方または上方まで洩れて磁束を発生され、これが炉の

下部または上部に設けたセンサー類やコントロール機能を有する機器に悪影響を与えるおそれがある。またマグネットが2段になるため、製造コストが増大するという問題もある。

さらにまた、従来の横磁場印加の場合には、ルツボの周方向の磁界が不均一になるという欠点がある。

#### （発明の目的）

本発明は、上述した点に鑑みてなされたものであり、ルツボの外側部に磁気シールドを設けることにより原料融液の結晶界面とルツボの内壁面との温度勾配を緩やかにして、大口径かつ純度の高い単結晶の製造に好適な単結晶製造装置を提供することを目的とする。

#### （発明の概要）

本発明者は、ルツボの外側部に設けられた磁界発生用コイルによって生成される磁界内に磁気シールドを配設することによって、磁力線の向きを原料融液面と略水平方向に屈曲させ、これによりルツボ内の原料融液の温度分布を結晶成長にとつ

て最適の状態にすることができることを見出した。

本発明は、上記知見に基いてなされたものであり、より詳しくは、高温に加熱されるルツボ内の原料融液を結晶化し、該結晶を成長させつつ徐々にルツボから引き上げるようにした単結晶製造装置において、前記ルツボの外側部に、該ルツボ内に磁界を発生させる磁界発生用コイルと、該磁界発生用コイルから発生する磁力線の方向が少なくともルツボ内の原料融液表面近傍において該液面に対して略水平方向に向くように該磁力線を屈曲させる磁気シールドとが配設されてなることを特徴とするものである。

#### （発明の実施例）

以下、本発明を図面に示す一実施例に基いて詳細に説明する。

第1図において、符号1は、加熱ヒータ2によって加熱されるルツボであって、これらは炉3内に内包されている。またルツボ1内には、例えば、シリコン融液からなる原料融液4が容れられている。単結晶体（単に単結晶ともいう）5を引き上

げる回転軸6ならびにルツボ1を回転させる回転軸7を軸中心として磁気シールド8が設けられ、磁気シールドの形状は、円筒状、櫛状あるいは網状のいずれであってもよく、磁力線の方向を屈曲させるのに有効な形状、材質が選ばれる。また、磁気シールドの位置は、磁界発生用コイル9によって発生する磁力線9aの方向が原料融液4の液表面近傍で液面と略平行となるように配設される。磁力線の方向が最適の態様になるように、ルツボ1もしくは磁気シールド8および（または）コイル9は上下左右に移動できるように形成されていることが好ましい。

磁界が第1図に示すような態様の場合、ルツボ1および（または）単結晶5を回転軸7および（または）6をお互いに両方向または逆方向に回転することにより、ルツボ1内の原料融液4内には、第2図に示す矢示方向に循環流が生成する。つまり、上記ルツボ1の底面1aの近傍あるいは単結晶5の界面5aの近傍ではルツボ1ないし単結晶5の回転による遠心力により半径方向外側の

流れを生じ、また、ルツボ1の側壁面1bの近傍では加熱ヒータ2により鉛直上向きの自然対流が生じる。このような流れに対して、磁場発生用コイル9の磁力線9aが上記流れに対して略直角方向の場合、融液の流れに制動がかかり、流速が小さくなる。

これを数式で表すと下記の通りになる。

$$F = -\sigma v B^2$$

F: 電磁力                       $\sigma$ : 電気伝導率

v: 融液の流速              B: 磁束密度

このように、本発明によると、融液界面での流れはさほど電磁力の影響を受けず、上記加熱ヒータ2により加熱された融液界面は、従来の縦磁場による単結晶の引き上げ手段に比べて円滑に流れ、大きな温度勾配を作らない方向に作用する。また、上記ルツボ1の側壁面1bは高温にさらされているため、ルツボ壁面かきのコンタミネーションが横磁場を印加しない限り問題となるが、本発明によると、上記側壁面1b近傍の原料融液4は減速され、これによりコンタミネーションを低減する

流れにより、一種の熱源となり得るため、加熱ヒータ2の代わり、またはその補助ヒータとして適用できる。なお、図中には示されていないが、上記磁気シールドを炉内に置く方がいい場合もある。さらに、底部のある磁気シールドも他の一実施例であり、この場合、磁束を略直角に横切る面で発熱作用が大となり、熱源として有用である。

磁場発生用コイル9は常電導の他、超電導あるいは永久磁石によっても代用することができる。さらに磁力線9aの改良のため積層鉄心を上記コイル9の近傍に設けることもできる。

(発明の効果)

本発明の単結晶製造装置は、磁界発生用コイルから発生する磁力線の方向を、原料融液表面近傍において該液面に対して略水平方向に屈曲させる磁気シールドを有しているので、ルツボ内の原料融液の温度分布を結晶成長にとって最適の状態にすることができ、ルツボからのコンタミネーションを防止して均質にして高純度でしかも大口径の単結晶を製造することができる。

ことができる。

第3図に示される図は、本発明の装置によって生ずる原料融液4内の典型的な等温度分布曲線を示したものであり、この等温度分布曲線10aは、上記ルツボ1の原料融液4の界面での温度勾配が小さく、加熱ヒータ2からむやみに加熱する必要が無いことを示している。

また、本発明によれば、単結晶5の海面下の温度が上記原料融液4中のいずれの位置でも略同じになるため、結晶化が一層促進されるという効果がある。

ところで、第1図に示す本発明の実施例は、磁束密度を略均一にするような磁束分布になるように形成されているが、第4図に示す別の実施例は、加熱ヒータ2と磁気シールド8の配置を上下逆に構成した場合の例である。この例の場合、ルツボ1の回転中心部では縦磁場効果が、またルツボ1の周辺部では横磁場効果が得られるという特徴がある。

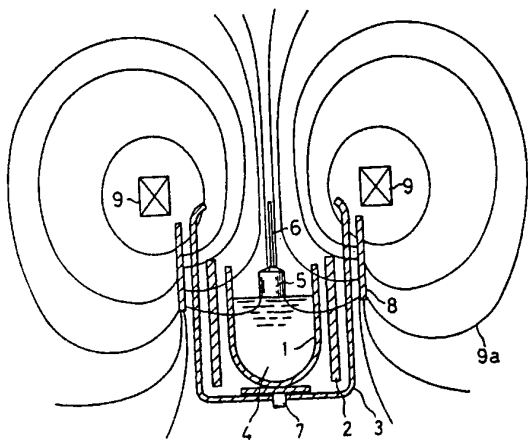
本発明の磁気シールド8は交番磁界内では渦電

#### 4. 図面の簡単な説明

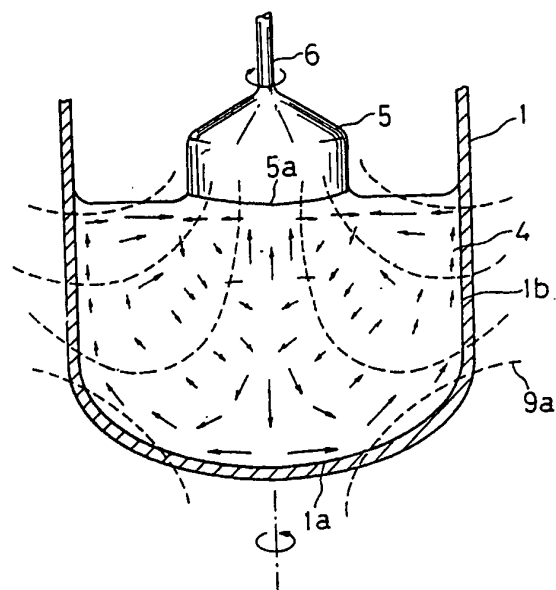
第1図は、本発明に係る単結晶製造装置の断面図、第2図は、本発明のルツボ内の原料融液の流れ分布と磁力線分布を示す図、第3図は、本発明の原料融液の等温度分布を示す図、第4図は、本発明の他の実施例に係る単結晶製造装置の断面図である。

1…ルツボ、1a…ルツボ底部、1b…ルツボ側壁部、2…加熱ヒータ、3…炉、4…原料融液、5…単結晶体、6…単結晶引き上げ回転軸、7…ルツボ回転軸、8…磁気シールド、9…磁場発生用コイル、9a…磁力線、10a…等温線。

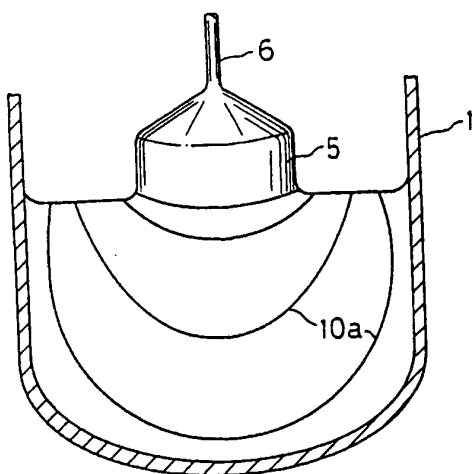
出願人代理人    佐    藤    一    雄



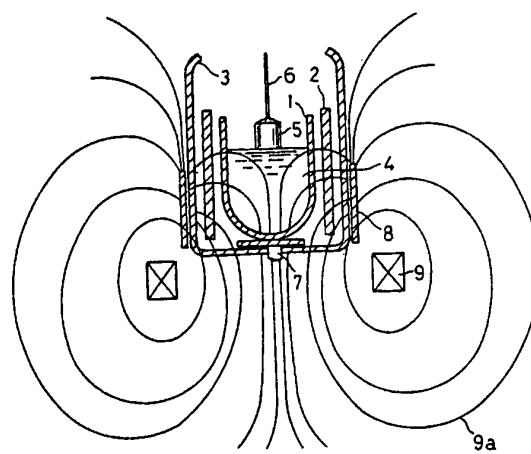
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図